

PENGEMBANGAN SISTEM KENDALI SPEKTROMETER SMALL ANGLE NEUTRON SCATTERING (SANS) BERBASIS JARINGAN

Sukarman, C. Yunida Mitra Cahyani, Bharoto

Jurusan Teknofisika Nuklir,
Sekolah Tinggi Teknologi Nuklir – Badan Tenaga Nuklir Nasional
Jl. Babarsari PO BOX 6101/YKBB Yogyakarta 55281
Telp : (0274)48085; Fax : (0274)489715
Homepage: www.sttn-batan.ac.id
E-mail: sttn@batan.go.id, sttn@sttn-batan.ac.id

ABSTRAK

PENGEMBANGAN SISTEM KENDALI SPEKTROMETER SMALL ANGLE NEUTRON SCATTERING (SANS) BERBASIS JARINGAN. Optimalisasi sistem kendali spektrometer SANS sangat diperlukan mengingat penggunaan SANS yang begitu luas. Salah satunya dengan menggunakan jaringan pada sistem kendali, karena memudahkan upgrade komputer dan dapat dikendalikannya spektrometer SANS pada jarak jauh, maka pada penelitian ini dikembangkan sistem kendali spektrometer small angle neutron scattering (SANS) berbasis jaringan. Sistem ini menggunakan terminal konektor yang menghubungkan motion controller PMX-4ET-SA-TBS dengan motor driver Vexta 5 phase yaitu dengan motion controller yang dihubungkan dengan jaringan ethernet. Sistem ini dilengkapi dengan sensor magnetic switch sebagai pengaman pergerakan motor stepper dan juga software visual basic 6.0 untuk menggerakkan motor stepper. Melalui hasil pengujian, motor stepper bergerak menuju posisi yang diinginkan, sehingga pengembangan sistem kendali spektrometer small angle neutron scattering (SANS) telah berfungsi dengan baik.

Kata Kunci : Sistem Kendali, small angle neutron scattering (SANS), PMX-4ET-SA-TBS

ABSTRACT

CONTROL SYSTEM DEVELOPMENT OF SMALL ANGLE NEUTRON SCATTERING (SANS) SPECTROMETER BASED ON NETWORK. Optimization of control system spectrometer SANS is very needed considering the use of SANS extendly. One of them is by using a network for control systems, because it allows the computer upgrades and SANS spectrometer can be controlled at a distance, so in this study the control system developed small angle neutron scattering spectrometer (SANS) based on network. This system uses a terminal connector that connects motion controller PMX-4ET-SA-TBS with a Vexta 5-phase motor driver. The system is equipped with a magnetic switch sensor and also software program with visual basic 6 to drive the motor. Through the calibration results, stepper motors move towards the desired position, so that the control system development of small angle neutron scattering (SANS) spectrometer has been functioning well.

Keywords : Control System, small angle neutron scattering (SANS), PMX-4ET-SA-TBS

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Spektrometer Neutron Hamburan Sudut Kecil (*Small Angle Neutron Scattering Spectrometer, SANS*) adalah sebuah peralatan yang berfungsi untuk mengamati pola hamburan pada sudut kecil sehingga memberikan gambaran tentang obyek atau

dimensi berukuran 1-100 nm pada berbagai jenis bahan seperti logam, polimer, keramik, koloid, protein, dan lainnya dalam bentuk padatan, sebuk, lapisan tipis hingga larutan. SANS (SMARTer) di konstruksi pada tahun 1992 dengan computer utama IBM PS2/70 yang beroperasi dengan sistem AIX (*Advanced Interactive Executive*) untuk sistem

kendali dan akuisisi data. SANS (SMARTer) ini merupakan SANS spectrometer terbesar kedua yang beroperasi di wilayah Asia-Pasifik saat ini, tetapi spectrometer tersebut tidak dimanfaatkan dengan baik sampai tahun 2004 karena kekurangan anggota staf, kegagalan instrumen dan program penelitian jangka panjang yang tidak terdefinisi. SANS mulai digunakan kembali pada tahun 2005 dengan perubahan sistem operasi AIX digantikan dengan menggunakan koneksi antarmuka ISA (Industry Standard Architecture) pada sistem kendalinya dan GPIB (General Purpose Interface Bus) untuk mengumpulkan data yang akan diakuisisi dari detektor 2-dimensi pada computer yang terpisah. Karena perkembangan zaman dan teknologi maka sistem kendali SANS mengalami perubahan kembali yaitu penggantian koneksi antarmuka ISA card dengan PCI (Peripheral Component Interconnect) card. PCI card ini dapat mengendalikan pergerakan semua motor, antara lain kolimator, pinhole, dan detektor secara bersamaan. Dalam penggunaannya PCI card mempunyai kelemahan sebagai motion controller yaitu susahnya upgrade computer apabila terjadi kerusakan sehingga membutuhkan waktu yang lama untuk memperbaiki kerusakan tersebut dan *PCI Card* tidak dapat dihubungkan dengan jaringan sehingga tidak dapat dilakukan *monitoring* pada jarak jauh. Oleh sebab itu untuk mengoptimalkan kerja sistem kendali SANS, maka pada penelitian ini dikembangkan sistem kendali spektrometer *small angle neutron scattering* (SANS) berbasis jaringan dengan menggunakan PMX-4ET-SA-TBS sebagai *motion controller* yang dihubungkan menggunakan jaringan LAN (*Local Area Network*).

Dasar Teori

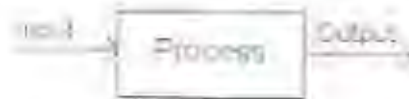
Sistem Kendali

Sistem kendali adalah hubungan antara komponen-komponen fisik yang membentuk suatu konfigurasi sistem sehingga memberikan hasil yang diharapkan. Sistem kendali ada 2 jenis yaitu:

1. Sistem kendali Untaian Terbuka (open loop)

Sistem kendali untaian terbuka adalah sebuah sistem yang tidak memiliki umpan balik (*feedback*), sehingga bila terdapat gangguan dari dalam maupun dari luar

maka sistem tidak dapat melaksanakan tugas seperti yang diharapkan. Proses untaian terbuka dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Proses Untaian Terbuka (*Open Loop*)

2. Sistem Kendali Untaian Tertutup (closed loop)



Gambar 2. Proses Kerja Sistem Untaian Tertutup (*Closed Loop*)

Teknik Hamburan Neutron Sudut Kecil

Teknik hamburan neutron sudut kecil atau *Small Angle Neutron Scattering* (SANS) merupakan teknik yang utama untuk investigasi struktur yang meliputi ukuran, bentuk, orientasi, konformasi dan sifat dinamik makromolekul suatu material dan bahan-bahan biologi pada rentang ukuran (1–100) nm, dalam memahami mekanisme *molecular self-assembly* dan interaksinya.^[2]

Spektrometer ini terdiri dari sistem kolimator tabung sepanjang 18 m yang memiliki empat bagian tabung utama yang dapat dipindahkan serta satu bagian kolimator yang tetap. Detektor pada spektrometer SANS dapat dipindahkan secara kontinu dari (1,3-18) m dari posisi sampel dan juga dapat bergeser dalam arah lateral sebesar 0,1 m untuk meningkatkan jangkauan Q (Quasi). Variasi panjang kolimator dan jarak sampel hingga detektor (PSD) sepenuhnya dikendalikan oleh komputer^[2]. Gambar 3. adalah gambar skematik dari alat SANS.



Gambar 3. Skematik dari Alat SANS

Kolimator

Tabung spektrometer SANS terdiri dari 2 jenis tabung yaitu Neutron Guide Tube dan Non Reflecting. *Guide Tube* yang masing masing memiliki diameter sebesar 150 mm². Pada sistem kolimasi spektrometer SANS ini tabung kolimator terdiri dari empat bagian kolimator yang dapat digerakkan yaitu:

- Kolimator 1 dengan panjang 5 m
- Kolimator 2 dengan panjang 5 m
- Kolimator 3 dengan panjang 4 m
- Kolimator 4 dengan panjang 2.5 m

Gambar 4, menunjukkan kolimator yang ada di spektrometer SANS:



Gambar 4. Skematik Kolimator Spektrometer SANS Batan-Serpong

Pinhole

Piringan *pinhole* diletakkan dalam tabung kolimator diantara dua bagian dari tabung, pada jarak 18, 13, 8, 4, 1.5, dan 1 m dari posisi sampel dengan ukuran *pinhole* ditunjukkan pada Gambar 5. sebagai berikut:



Gambar 5. Penempatan Melintang Pinhole Detektor

Detektor digunakan untuk mendeteksi dan mengumpulkan berkas hamburan dari sampel. Detektor yang digunakan pada spektrometer SANS adalah 2D-PSD (2-Dimensional Positive Sensitive Detector) He 128 × 128 channel dengan ukuran fisik 64 × 64 cm buatan RisØ dan detektor ini memiliki resolusi 5 mm. Gambar 6 menunjukkan detektor pada spektrometer SANS sebagai berikut:



Gambar 6. Detektor 2D-PSD

Detektor ini dapat digerakkan dari jarak 1.3 – 18 m dari posisi sampel.^[3]

Ethernet

LAN memiliki banyak protokol, salah satunya adalah protokol *Ethernet*. Protokol *Ethernet* merupakan protokol LAN yang paling banyak dipakai karena berkemampuan tinggi dengan biaya yang rendah. Kecepatan yang bisa dicapai adalah dari 10 Mbps. Cara kerja dari Protokol *Ethernet* yakni sebelum mengirim data, suatu komputer memeriksa apakah *network* (jaringan) terdapat pengiriman data. Jika tidak ada pengiriman data (*network* sepi), komputer tersebut akan melakukan pengiriman data. Jika *network* sibuk, komputer akan menunggu sampai *network* sepi. Bila 2 komputer pada saat yang bersamaan melakukan pengiriman data, terjadilah tabrakan (*collision*). Jika hal ini terjadi, kedua komputer mengirimkan sinyal *jam* ke *network* dan semua komputer berhenti mengirimkan data dan kembali menunggu. Kemudian secara random, semua komputer menunggu dan mengirimkan data kembali. *Backoff algorithm* digunakan untuk mengatur pengiriman ulang setelah terjadi tabrakan.^[3]

Motor Stepper

Motor *stepper* adalah perangkat elektromekanis yang bekerja dengan mengubah pulsa elektronis menjadi gerakan mekanis diskrit. Motor *stepper* bergerak

berdasarkan urutan pulsa yang diberikan kepada motor.^[4] Penggunaan motor *stepper* mempunyai keunggulan dibandingkan dengan penggunaan motor DC biasa.

Keunggulannya antara lain adalah :

- Sudut rotasi motor proporsional dengan pulsa masukan sehingga mudah diatur.
- Motor dapat langsung memberikan torsi penuh pada saat mulai bergerak.
- Posisi dan pergerakan repetisinya dapat ditentukan secara presisi.
- Memiliki respon yang sangat baik terhadap mulai, stop dan berbalik (perputaran).
- Frekuensi perputaran dapat ditentukan secara bebas dan mudah pada *range* yang luas.^[5]

Visual basic

Visual Basic merupakan bahasa pemrograman yang sangat mudah dipelajari, dengan teknik pemrograman *visual* yang memungkinkan penggunaannya berkreasi lebih baik dalam menghasilkan suatu program aplikasi. Penggunaan *visual basic* sangatlah sesuai karena *visual basic* sendiri adalah program dengan bahasa yang sederhana dan mempunyai aplikasi pada *tools* yang bermacam-macam.^[6]

METODE

Diagram Blok Pembuatan Perangkat Keras
Perancangan dan pembuatan perangkat keras mengikuti blok diagram yang ditunjukkan pada Gambar 7.



Gambar 7. Blok Diagram Sistem Kendali Spektrometer SANS

Prinsip kerja dari sistem tersebut adalah *personal computer* bertindak sebagai *executor* sistem kendali yang telah diprogram dengan menggunakan software *visual basic* yang diimplementasikan pada *motion controller* PMX-4ET-SA-TBS. *Personal computer* ini dihubungkan dengan *motion controller* PMX-4ET-SA-TBS dengan menggunakan jaringan *ethernet*. Keluaran *motion controller* (*dir.pulse*) digunakan sebagai masukan *relay* untuk menentukan arah putaran motor *stepper*, kemudian keluaran *relay* dihubungkan ke terminal konektor, dengan terminal konektor merupakan rangkaian penghubung atau pemberi masukan pada motor *driver* sehingga motor *stepper* dapat menggerakkan kolimator, *pinhole*, detektor.

Pembuatan Perangkat Keras Rangkaian Relay

Gambar 8. menunjukkan rangkaian relay



Gambar 8. Rangkaian Relay

Rangkaian *relay* digunakan untuk menghubungkan keluaran *motion controller* PMX-4ET-SA-TBS yang berupa keluaran digital (1 atau 0) dengan terminal konektor untuk menggerakkan motor *stepper* ke arah CW (*Counter Wise*) yaitu searah jarum jam ataupun CCW (*Counter Clock Wise*) yaitu

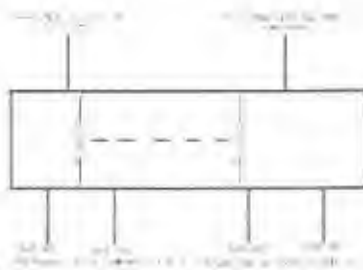
berlawanan arah jarum jam

Terminal Konektor

Terminal konektor digunakan untuk menghubungkan *motion controller* PMX-4ET-SA-TBS dengan motor *driver* vexta 5 phasa. Terminal konektor ini menghubungkan dari *relay* dan PMX-4ET-SA-TBS ke motor *driver* ((kolimator, *pinhole*, detektor), LS (kolimator, *pinhole*, detektor), serta *datum* (untuk *pinhole*). Terminal ini juga mengatur adanya *limit* untuk membatasi pulsa maksimal dan minimal pergerakan suatu motor dan juga LED sebagai indikator.

1) Terminal Konektor Kolimator

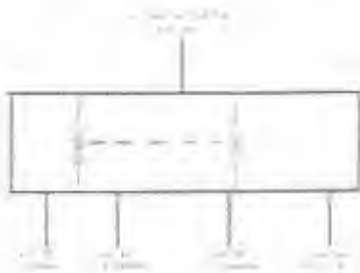
Terminal Konektor ditunjukkan pada Gambar 9.



Gambar 9. Terminal Konektor Kolimator

2) Terminal Konektor Detektor

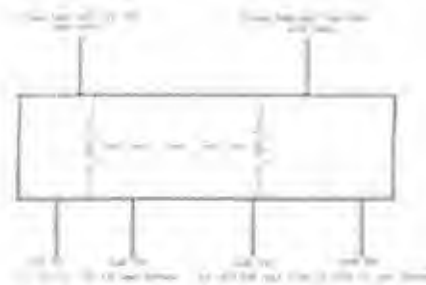
Gambar 10. menunjukkan terminal konektor detektor.



Gambar 10. Terminal Konektor Detektor

3) Terminal Konektor *Pinhole*

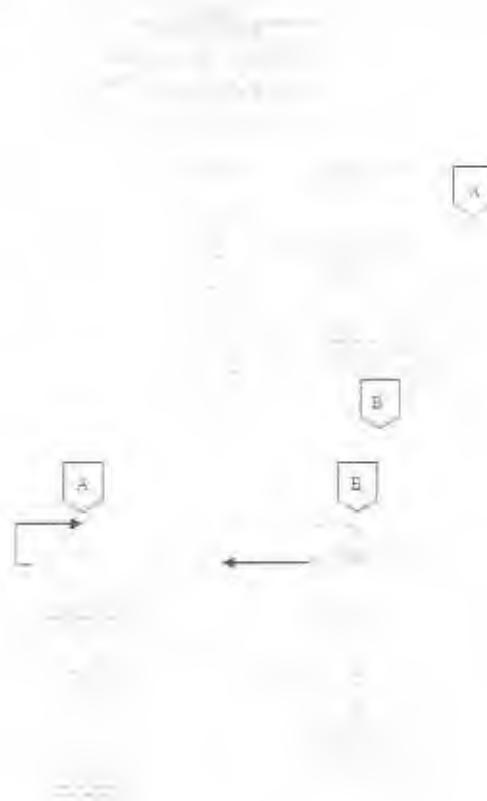
Gambar 11 menunjukkan terminal konektor *pinhole*.



Gambar 11. Terminal Konektor *Pinhole*

Pembuatan Perangkat Lunak

Pembuatan perangkat berdasarkan perancangan alur proses kerja program yang ditunjukkan pada Gambar 12 sebagai berikut



Gambar 12. *Flowchart* Rencana Proses Kerja Perangkat Lunak

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Pengujian *Relay*

Pengujian didapatkan data seperti pada Tabel 1:

Tabel 1. Hasil Pengujian Relay

Kondisi	Tegangan (Volt)	Karakteristik	Aksi
Normal	5	aktif	aktif
Relay	5	aktif	aktif
Relay	5	aktif	aktif

Dari data Tabel 1 didapat tegangan *output relay* sebesar 5 volt saat kondisi *relay* terhubung dan kontak *normally open* aktif sedangkan *normally close* tidak aktif, dan sebaliknya.

Hasil Pengujian Sensor Magnetic Switch

Pengujian sensor *magnetic switch* dilakukan dengan cara mendekatkan dan menjauhkan logam pada sensor *magnetic*. Pengujian dilakukan dengan menghidupkan motor *stepper* pada kolimator, kemudian mendekatkan logam pada sensor *magnetic switch*, apabila sensor magnet mendeteksi logam maka secara otomatis motor akan berhenti karena sensor *magnetic* disini digunakan sebagai kolimator agar kolimator tidak bergerak diluar jangkauan. Saat sensor tidak mendeteksi magnet maka motor tetap bergerak dan mengeluarkan keluaran seperti yang ditunjukkan pada Tabel 2 sebagai berikut:

Tabel 2. Hasil Pengujian Sensor Magnetic Switch

Kondisi	Tegangan (Volt)	Karakteristik	Aksi
Normal	18,16	aktif	aktif
Relay	3	aktif	aktif
Relay	3	aktif	aktif

Dari hasil pengujian seperti yang ditunjukkan Tabel 2 keluaran sensor pada saat sensor mendeteksi magnet adalah 18,16 volt dan berlogika *high*, sedangkan saat sensor tidak mendeteksi magnet, keluaran sensor sebesar 3 volt dan berlogika *low*.

Hasil Pengujian Motor Stepper Penggerak Pinhole

Pada *pinhole* dilakukan pengujian pergerakan motor *stepper* untuk memutar *pinhole* pada lubang (mm) yang diinginkan dengan jumlah pulsa untuk masing-masing lubang (mm) *pinhole*. Percobaan dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui pulsa yang tepat untuk masing-masing lubang (mm) pada *pinhole*, Tabel 3 menunjukkan hasil percobaan pengujian motor *stepper* pada

pinhole:

Tabel 3 Hasil Pengujian Pergerakan Motor Stepper Pinhole

Jarak (mm)	Jumlah Pulsa
1	16000
2	32000
4	64000
7	112000

Dari hasil percobaan dihasilkan pergerakan motor *stepper* sudah presisi atau sudah tepat sesuai dengan ukuran *pinhole* dan jumlah pulsa yang di butuhkan untuk masing-masing ukuran lubang *pinhole*.

Hasil Pengujian Motor Stepper Penggerak Detektor

Pengujian detektor dilakukan untuk mengetahui jumlah pulsa yang dibutuhkan untuk menggerakkan detektor pada tiap meternya. Serupa dengan *pinhole*, detektor juga memiliki pulsa acuan pada penelitian sebelumnya yaitu 16 pulsa untuk tiap milimeternya (mm), sehingga dibutuhkan pulsa sebanyak 16000 pulsa untuk tiap meternya (m). Detektor digerakkan dengan jangkauan jarak antara 1300 mm sampai 18000 mm. Tabel 4 menunjukkan hasil pengujian gerakan motor *stepper* pada detektor.

Tabel 4 Hasil Pengujian Pergerakan Motor Stepper Detektor

Jarak (mm)	Jumlah Pulsa
1300	20800
2	32000
4	64000
7	112000

Dari Tabel 4 dapat dilihat bahwa jumlah pulsa yang dibutuhkan motor *stepper* untuk menggerakkan detektor sesuai/sama dengan pulsa acuan yaitu 16000 pulsa untuk tiap meternya, untuk menggerakkan detektor ke jarak 1,3 m dibutuhkan 20800 pulsa, jarak 2 m dibutuhkan 32000 pulsa, jarak 4 m dibutuhkan 64000 pulsa, jarak 7 m dibutuhkan

112000 pulsa, dan jarak 10 m dibutuhkan 160000 pulsa. Dari hasil pengujian yang dilakukan didapatkan pergerakan motor *stepper* untuk detektor sudah presisi atau sudah tepat sesuai dengan jarak detektor yang diinginkan.

Pengujian Motor Stepper Penggerak Kolimator

Pengujian kolimator dilakukan untuk mengetahui jumlah pulsa yang tepat untuk menggerakkan kolimator pada posisi *Guide Tube* ataupun *NR Tube*. Dalam hal ini posisi *Guide Tube* merupakan, posisi kolimator pada saat kolimator berada pada posisi di atas, dan posisi *NR Tube* merupakan posisi kolimator saat kolimator berada di bawah. Dengan menggunakan pulsa seperti pada penelitian sebelumnya yaitu untuk posisi *Guide Tube* sebesar 80000 pulsa dan posisi *NR Tube* sebesar 20000 pulsa didapatkan hasil pengujian seperti ditunjukkan pada Tabel 5

Tabel 5 Hasil Pengujian Pergerakan Motor Stepper Kolimator

No	Posisi	Pulsa	Jarak (m)
1	Guide Tube	80000	10
2	NR Tube	20000	10

Dari hasil pengujian didapatkan pulsayang dibutuhkan motor *stepper* untuk menggerakkan kolimator 1, kolimator 2, kolimator 3, dan kolimator 4 ke posisi *Guide Tube* sama dengan penelitian sebelumnya yaitu sebanyak 80000 pulsa. Banyak pulsa yang dibutuhkan motor *stepper* untuk menggerakkan kolimator 1, kolimator 2, kolimator 3, kolimator 4 ke posisi *NR Tube* sebanyak 20000 pulsa. Pada Pengujian ini motor bergerak sesuai dengan tujuan (*Guide Tube*, *NR Tube*) yang diinginkan. Motor 1 dan motor 2 bergerak secara bersamaan dan tidak ada selisih antara motor 1 dan motor 2 sehingga kolimator berada pada posisi yang tepat dan presisi.

Hasil Pengujian Penggunaan Jaringan LAN (Ethernet)

Pengujian penggunaan jaringan *ethernet* dilakukan dengan menghubungkan ke 4

motion controller PMX-4ET-SA-TBS dan *personal computer* ke *ethernet switch hub*. Pada saat program dijalankan maka akan muncul tampilan *login* seperti pada gambar 13 sebagai berikut :



Gambar 13. Tampilan Awal Login Monitoring

Pada tampilan *login* apabila *password* yang dimasukkan berisi "monitoring" maka akan muncul tampilan monitoring seperti pada Gambar 14 sebagai berikut:



Gambar 14. Tampilan Utama Monitoring

Dari hasil pengujian, dapat dilihat bahwa jaringan *ethernet* dapat digunakan, hal ini terlihat dari awal saat *password* dimasukkan, jika *password* dapat dimasukkan dan muncul tampilan *monitoring* maka dapat dikatakan bahwa jaringan *ethernet* dapat dihubungkan dengan baik.

Hasil Pengujian Perangkat Lunak (Software)

Secara otomatis, pada saat pertama kali menjalankan program *visual basic* untuk program sistem kendali SANS akan tampil kotak dialog *Login* seperti yang terlihat pada ilustrasi Gambar 15.



Gambar 15. Tampilan Awal Login Kendali

Apabila pada kotak *password* diisi dengan "kendali" maka akan tertampil tampilan utama dilengkapi dengan tombol pilihan alat yang akan digerakkan seperti yang ditunjukkan

pada gambar 16 sebagai berikut:



Gambar 16. Tampilan Utama Sistem Kendali SANS

Pada tampilan utama sistem kendali SANS terdapat *frame Equipment Status* yang berisi *display* posisi masing-masing alat. Pada tampilan utama juga terdapat gambar simulasi untuk masing-masing kolimator dan detektor, ketika kolimator atau detektor dijalankan, gambar akan bergerak mengikuti pergerakan alat yang digerakkan dan gambar akan berhenti apabila alat sudah mencapai titik yang diinginkan. Pada tampilan utama juga terdapat 3 tombol *command* yaitu tombol *Collimator*, *Detector*, dan *Pinhole*. Tombol ini apabila ditekan akan muncul tampilan pengendai untuk masing-masing alat. Apabila tombol *Collimator* ditekan, maka akan muncul tampilan kendali kolimator seperti pada Gambar 17.



Gambar 17. Tampilan Kendali Kolimator

Pada tampilan kendali kolimator terdapat *frame Position Status*, *frame* ini berisi *display* posisi untuk masing-masing kolimator, *display* ini akan berisi posisi terakhir masing-masing kolimator sebelum kolimator digerakkan dan *display* akan berisi posisi kolimator setelah kolimator digerakkan. Pada tampilan kendali kolimator terdapat *frame Devices Control* yang berisi 2 *combo* pilihan, yaitu *combo 1* berisi pilihan kolimator yang akan

digerakkan dan *combo* pilihan *Change To* berisi pilihan kemana kolimator akan digerakkan yaitu posisi *Guide Tube* dan *NR Tube*. Tombol *MOVE* merupakan tombol untuk menggerakkan kolimator sesuai dengan posisi yang telah di atur pada *combo Change to* sedangkan tombol *STOP* digunakan untuk menghentikan gerakan kolimator secara bersamaan. Apabila tombol *MOVE* ditekan maka kolimator akan bergerak sesuai dengan posisi yang dipilih pada *combo Change To*, dan setelah kolimator berada pada posisi yang dituju maka posisi terakhir setelah kolimator digerakkan akan disimpan dalam bentuk *logfile* ditunjukkan pada Gambar 18.

```

1. Lastposcol1, 20000
2. Lastposcol2, 20000
3. Lastposcol3, 20000
4. Lastposcol4, 20000
5. Lastposcol5, 80000
6. Lastposcol6, 80000
7. Lastposcol7, 80000
8. Lastposcol8, 80000

```

Gambar 18 Logfile Kolimator

Dari *logfile* di atas disimpan posisi terakhir kolimator, ketika *Lastposcol1*, 20000 diartikan bahwa motor 1 pada kolimator 1 berada pada posisi *NR Tube*, 20000. Dalam hal ini pulsa yang dibutuhkan oleh kolimator untuk bergerak ke posisi *NR Tube* sedangkan 80000 merupakan pulsa yang dibutuhkan kolimator untuk bergerak ke posisi *Guide Tube*. *Lastposcol2*, 20000 diartikan bahwa motor 2 kolimator 1 berada pada posisi *NR Tube*. *Lastposcol3*, 20000 diartikan bahwa motor 3 pada kolimator 2 berada pada posisi *NR Tube*. *Lastposcol4*, 20000 diartikan bahwa motor 4 pada kolimator 2 berada pada posisi *NR Tube*. *Lastposcol5*, 80000 berarti motor 5 pada kolimator 3 berada pada posisi *Guide Tube*. *Lastposcol6*, 80000 berarti motor 6 pada kolimator 3 berada pada posisi *Guide Tube*. *Lastposcol7*, 80000 berarti motor 7 pada kolimator 4 berada pada posisi *Guide Tube*. *Lastposcol8*, 80000 berarti motor 8 pada kolimator 4 berada pada posisi *Guide Tube*. Apabila pada tampilan utama sistem kendali SANS tombol *Pinhole* ditekan maka akan muncul tampilan kendali untuk menggerakkan *pinhole* seperti pada Gambar 19.



Gambar 19. Tampilan Kendali Pinhole

Pada tampilan kendali *pinhole* terdapat *frame Position Status* yang berisi *display* posisi masing-masing *Pinhole* yaitu posisi *Pinhole* untuk lubang open, 30 mm, 20 mm, 14mm, 10 mm, 7 mm, 5 mm, dan posisi *close*. Posisi yang tertampil pada *display* merupakan posisi terakhir *pinhole* sebelum *pinhole* digerakkan dan posisi terakhir setelah *pinhole* digerakkan. Pada tampilan kendali *pinhole* ini terdapat *Form Devices Control* yang berisi kotak pilihan *pinhole* yang akan digerakkan dan kotak *Position* untuk memilih ukuran lubang yang di inginkan yaitu pilihan *Open*, 30 mm, 20 mm, 14 mm, 10 mm, 7 mm, 5 mm, dan *Close*. Setelah *Pinhole* dan ukuran lubang *Pinhole* sudah ditentukan maka untuk menggerakkannya digunakan tombol *MOVE*, apabila tombol *MOVE* ditekan maka motor akan bergerak ke posisi yang diinginkan. Dan setelah Motor berhenti maka posisi terakhir *pinhole* setelah digerakkan akan disimpan dalam bentuk *logfile* seperti yang ditunjukkan pada Gambar 20.

```
Lastposdel1,7
Lastposdel2,0
Lastposdel3,0
Lastposdel4,7
Lastposdel5,7
Lastposdel6,7
```

Gambar 20. Logfile Posisi Terakhir Pinhole

Pada *logfile* ini angka setelah koma (,) menunjukkan lubang *pinhole*, dengan 0 berarti lubang *close*, 1 berarti lubang 5 mm, 2 berarti lubang 7 mm, 3 berarti lubang 10 mm, 4 berarti lubang 14 mm, 5 berarti lubang

20 mm, 6 berarti lubang 30 mm, dan 7 berarti lubang *open*. Tombol *STOP* pada tampilan kendali *pinhole* berfungsi untuk menghentikan motor secara bersamaan. Dan jika tombol Detektor pada tampilan utama sistem kendali SANS ditekan maka akan muncul tampilan kendali Detektor seperti Gambar 21. sebagai berikut:



Gambar 21. Tampilan Kendali Detektor

Pada Tampilan kendali detektor ini terdapat 2 *frame* yaitu *frame Devices Status* dan *frame Devices Control*. *Frame Devices Status* berisi *display* posisi detektor sebelum dan sesudah detektor, *Logfile* di atas berarti bahwa posisi detektor berada pada jarak 3000 mm (millimeter) atau 3 m (meter). Tombol *STOP* pada kendali detektor digunakan untuk menghentikan pergerakan detektor. Pada *frame Devices Control* terdapat kotak *Move To*. Pada kotak *Move To* ini diisikan jarak detektor yang diinginkan. Tombol *Move* digunakan untuk meggerakan detektor, saat tombol *Move* ditekan maka detektor akan bergerak sesuai dengan jarak yang diisikan pada kotak *Move To*. Setelah detektor bergerak pada posisi/jarak yang diinginkan maka motor akan berhenti dan posisi terakhir detektor setelah digerakkan akan disimpan dalam bentuk *logfile* sebagai berikut: Lastposdel,300.

KESIMPULAN

1. Telah berhasil dikembangkan sistem kendali baru pada fasilitas *Small Angle Neutron Scattering* (SANS).
2. Telah berhasil dibuat perangkat keras yang menghubungkan antara PMX- 4ET-SA-TBS *motion controller* dengan motor driver Vexta 5 fasa.

3. Telah berhasil dibuat program dengan menggunakan *Visual Basic 6* yang dapat menggerakkan motor pada kolimator, detektor, dan *pinhole* sesuai dengan posisi yang diinginkan.

SARAN

Dapat ditambahkan *form* untuk menampilkan selisih pulsa motor *stepper* pada kendali kolimator saat

DAFTAR PUSTAKA

1. Sulasno, Thomas Agus Prayitno, "Teknik Sistem Kontrol", Yogyakarta: Graha Ilmu, (2006)
2. Putra, E.G.R, Bharoto, Baek Seok Seong, "Recent Development of a 36 meter Small- Angle Neutron Scattering BATAN Spectrometer (SMARTer) in Serpong Indonesia", *Journal of Physics: Conference Series* 247, 2010, 012010.
3. [http://batan.go.id/ Neutron Scattering Laboratory](http://batan.go.id/Neutron%20Scattering%20Laboratory). Diakses pada 10 Nopember 2012
4. <http://hanafi29.files.wordpress.com> Diakses pada tanggal 10 November 2012.
5. <http://installist.files.wordpress.com/2009/12/dasar-motor-stepper.pdf> Diakses pada tanggal
6. Suliswanto, " Tugas Akhir D-IV Program Studi Elektronika Instrumentasi Jurusan Teknofisika Nuklir Rancang Bangun Sistem Monitor Radiasi Nirkabel", Yogyakarta, (2010)